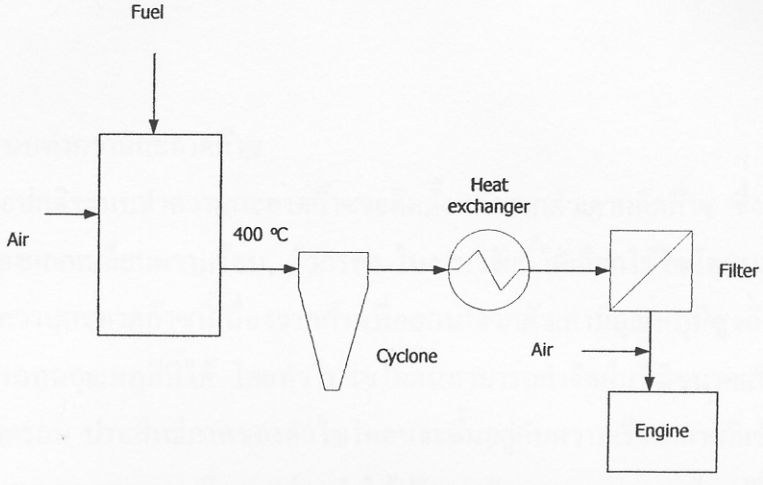
บทที่ 4

การออกแบบระบบเตาผลิตก๊าซ

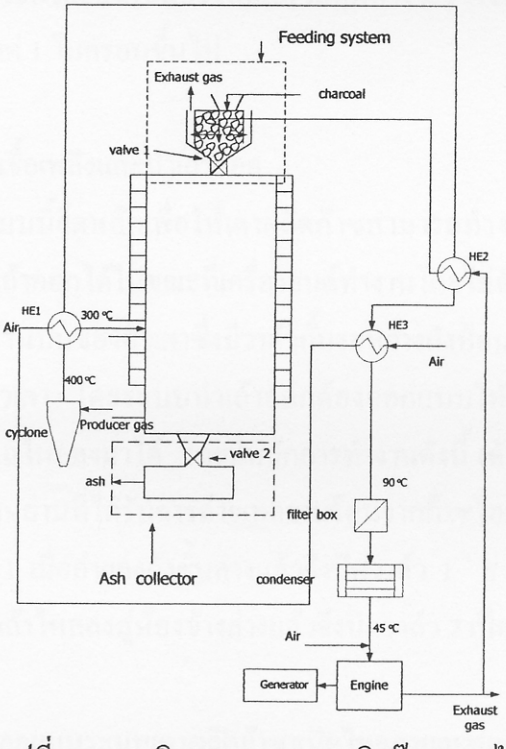
ระบบ Gasification ที่ใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในในงานวิจัยนี้จะประกอบด้วย เตาผลิตก๊าซ (Gaifier), ระบบทำความสะอาดก๊าซซึ่งได้แก่ ไซโคลน (Cyclone), เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger), ตัวกรองผ้า (Cloth filter) และเครื่องยนต์แก๊สโซลีนซึ่งต่อกับเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและการเลือกใช้ในส่วนต่างๆ ของระบบโดยที่เชื้อเพลิงที่นำมาใช้จะเป็นเศษถ่านที่ได้จากการเผาไหม้เหลือจากหม้อไอน้ำ

4.1 แนวคิดในการออกแบบ

จากการที่เตาแบบเก่าตามรูปที่ 4.1 ซึ่งก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้ในเตาจะไหลผ่านไซโคลน และตัวแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้อากาศในการพาความร้อน ก๊าซที่อุณหภูมิเย็นลงแล้วจะผ่านตัวกรองเพื่อกำจัดเศษฝุ่นออกแล้วจึงไหลเข้าสู่เครื่องยนต์ แต่ในเตาแบบเก่านี้ไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปัญหาเถ้าบริเวณโซนเผาไหม้ ดังนั้นการจะให้เตาสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องจึงจำเป็นต้องหาวิธีกำจัดเถ้าเหล่านี้ ออกไปเป็นช่วงๆ เพราะว่าถ้าไม่กำจัดออกแล้วเถ้าจะขัดขวางทางเดินของอากาศ และกันไม่ให้เชื้อเพลิงไหลลงสู่โซนเผาไหม้ได้สะดวก ทำให้ชิ้นเชื้อเพลิงบางส่วนจะถูกหุ้มด้วยเถ้าทำให้ไม่อาจลุกไหม้ได้จึงเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการออกแบบระบบเตาผลิตก๊าซเพื่อให้เตาสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักคือ เตาผลิตก๊าซ ระบบทำความสะอาดก๊าซ ระบบป้อนเชื้อเพลิงและนำเถ้าออก และเตาที่ออกแบบนี้สามารถป้อนเศษถ่าน และนำเถ้าออกโดยไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องยนต์ ในส่วนตะแกรงเตาได้ออกแบบเพื่อให้สามารถหมุนได้เพื่อทำให้เถ้าสามารถไหลลงสู่ด้านล่างได้ ก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้จะไหลผ่านไซโคลน และไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยการจับคู่เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนได้อย่างเหมาะสมดังรูปที่ 4.2 โดยใช้เทคนิคพินช์ (Linnhof, 1984) ก๊าซที่ได้จะไหลผ่านตัวกรองและเข้าเครื่องยนต์ต่อไป



รูปที่4.1 ระบบเตาผลิตก๊าซแบบไหลลง(แบบเก่า)



รูปที่ 4.2 แนวคิดของระบบเตาผลิตก๊าซแบบไหลลง

4.1.1 เตาผลิตก๊าซ

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เตาผลิตก๊าซแบบไหลลง (Downdraft gasifier) เนื่องจาก ก๊าซที่ได้จากเตาชนิดนี้เหมาะแก่การนำไปใช้เดินเครื่องยนต์สันดาปภายใน เพราะก๊าซที่ได้ออกมาจะมีปริมาณน้ำมันดินต่ำ โดยทั่วไปแล้วเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจะประกอบด้วยโครงสร้างง่ายๆ ดังต่อไปนี้

เตารูปทรงกระบอก, ตะแกรงรองรับเชื้อเพลิง, ช่องอากาศเข้าเตา, ช่องก๊าซเชื้อเพลิงออกจากเตาเพื่อนำไปใช้งาน

4.1.2 ระบบทำความสะอาดก๊าซ

โดยปกติระบบทำความสะอาดก๊าซจะติดตั้งหลังจากตัวเตาผลิตก๊าซ ซึ่งจะประกอบด้วย ไซโคลน, เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน, ตัวกรอง ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ไซโคลนเป็นเครื่องมือชิ้นแรกในการทำความสะอาดก๊าซนี้เนื่องจากก๊าซที่ออกมาจากตัวเตามีอุณหภูมิสูงถึง 400 °C ซึ่งไซโคลนสามารถทนอุณหภูมินี้ได้ โดยทั่วไปไซโคลนสามารถกำจัดฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 5 ไมครอน ประสิทธิภาพของตัวไซโคลนจะขึ้นอยู่กับความเร็วอากาศที่เข้าสู่ไซโคลน ดังนั้นการเปลี่ยนขนาดภาระของเครื่องยนต์จะทำให้ปริมาณฝุ่นและขนาดของฝุ่นเปลี่ยนแปลง หลังจากก๊าซผ่านไซโคลนก๊าซจะผ่านตัวแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อลดอุณภูมิก๊าซลง และจะผ่านต่อไปในตัวกรองขั้นที่สองซึ่งใช้ตัวกรองผ้าเนื่องจากเป็นวัสดุที่หาง่ายช่วงใช้งานกว้าง และสามารถกรองดักฝุ่นขนาดเล็กได้ดีตั้งแต่ 1 ไมครอนขึ้นไป

4.1.3 ระบบป้อนเชื้อเพลิงและนำเถ้าออก

การออกแบบนี้ยึดหลักเพื่อให้เตาผลิตก๊าซสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยสามารถป้อนเศษถ่านและนำเถ้าออกได้ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานโดยไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องยนต์ โดยถังป้อนเชื้อเพลิงจะอยู่ด้านบนของตัวเตาซึ่งมีวาล์วกั้นระหว่างถังป้อนกับตัวเตา ส่วนถังนำเถ้าออกซึ่งจะอยู่ด้านล่างของตัวเตา โดยระบบนำเถ้าออกต้องออกแบบให้มีตะแกรงซึ่งหมุนได้เพื่อที่ขี้เถ้าบริเวณคอคอดสามารถไหลลงมาได้ โดยมีหลักการทำงานดังนี้ (ดังรูปที่ 4.2) จะทำงานโดย ส่วนที่ 1. จะเป็นการป้อนเศษถ่านที่ได้รับการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซไอเสีย แล้วเศษถ่านจะถ่ายลงในถังชั้นล่างโดยเปิดวาล์ว 1 เมื่อถ่ายลงถังชั้นล่างแล้วจึงปิดวาล์ว 1 ส่วนที่ 2 จะเป็นการนำเถ้าโดยเปิดวาล์ว 2 ใต้ถังก่อนให้เถ้าไหลลงสู่ห้องข้างล่างแล้วจึงปิดวาล์ว 2 เปิดประตูนำเถ้าออก

4.2 การคำนวณและออกแบบระบบเตาผลิตก๊าซชนิดไหลลงและต่อเนื่อง

4.2.1 เตาผลิตก๊าซ

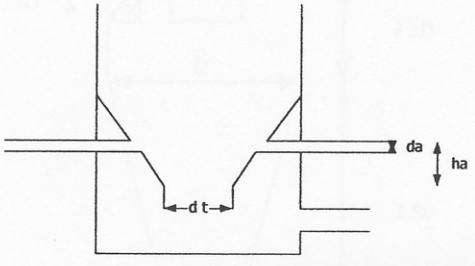
ส่วนประกอบในตัวเตาที่ต้องออกแบบมี 2 ส่วนด้วยกันคือ ขนาดคอคอดในเตาผลิตก๊าซตำแหน่งหัวฉีดและขนาดหัวฉีดอากาศเข้าเตา

4.2.1.1 ขนาดคอคอดในเตาปฏิกรณ์

กระบวนการเกิดปฏิกิริยาเคมีความร้อนในส่วนต่าง ๆ ของเตา ขึ้นกับความเร็วของอากาศที่เข้าสู่โซนของการเผาไหม้ นอกจากนี้ยังขึ้นกับช่วงระยะเวลาของอากาศและก๊าซที่อยู่ในโซนแต่ละโซนด้วย ตัวแปรดังกล่าวนี้จะเป็นหลักเกณฑ์เบื้องต้นในการออกแบบ โดยขนาดของคอคอดในเตาปฏิกรณ์ดังรูปที่ 4.3 ขึ้นอยู่กับค่า SV (superficial velocity) เนื่องจากค่า SV เป็นตัวควบคุมปริมาณก๊าซ อัตราการใช้เชื้อเพลิง องค์ประกอบของก๊าซ ปริมาณน้ำมันดิน จากการศึกษาของ T.B Reed, 1999 ได้กำหนดค่า SV อยู่ระหว่าง 0.8 – 2.5 m/s ในบริเวณ hearth zone

SV=อัตราการผลิตก๊าซ / พื้นที่หน้าตัด =$(m^3/s) / (m^2)$

จากข้อมูลอัตราการผลิตก๊าซจาก Equilibrium Model เท่ากับ 17.23 Nm^3/ hr หรือ 20.52 x 10^{-3} m^3/s (ที่อุณหภูมิ 1000 °C ความหนาแน่นอากาศ 0.277 kg/m^3 ที่บริเวณคอคอด) กำหนดให้ SV=1.4 m/s (อยู่ระหว่าง 0.8–2.5 m/s)จะได้พื้นที่หน้าตัดของคอคอด 14.65 x 10^{-3} m^2 หรือเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 cm



d_t= ขนาดคอคอด

d_a=ขนาดหัวฉีด

h_a=ระยะของความสูงของท่ออากาศเข้าเหนือคอคอด

รูปที่ 4.3 แสดงลักษะคอคอดของเตาผลิตก๊าซแบบไหลลง

4.2.1.2 ตำแหน่งหัวฉีดและขนาดหัวฉีดอากาศเข้าเตา

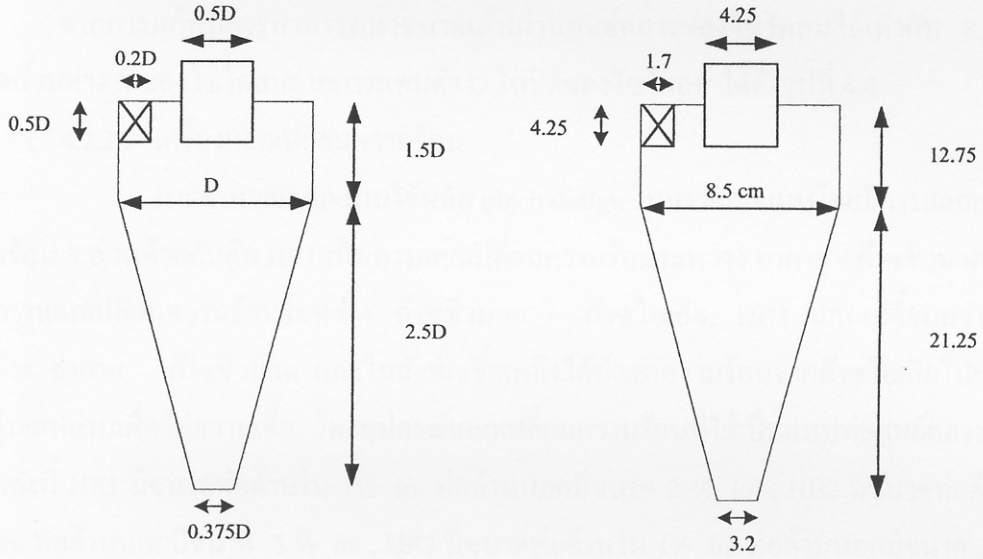
อากาศจะเข้าสู่เตาตรงช่วงโซนการเผาไหม้ ออกซิเจนในอากาศจะถูกใช้หมดไปหลังจากผ่านช่วงคอคอดไปแล้ว ซึ่งอากาศจะสามารถเข้าสู่เตาได้โดยใช้กำลังขับหรือดูดจากภายนอก ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเตาจะเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ จำเป็นจะต้องออกแบบระยะความสูงและขนาดของท่ออากาศเข้าให้เหมาะสม ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิเผาไหม้สูงเพียงพอที่จะสลายน้ำมันดินได้ เพื่อป้องกันน้ำมันดินไปรวมตัวปะปนกับก๊าซชีวมวล และการป้องกันจุดโซนเย็นจึงควรทำผนังในลักษณะเอียงลงเพื่อป้องกันการเกิดโซนเย็น โดยปกติแล้วท่ออากาศเข้าจะอยู่เหนือคอคอด หรือ อาจจะฝังอยู่รอบๆ คอคอด ซึ่งมีความจำเป็นจะต้องวัดระยะของความสูงของท่ออากาศเข้าเหนือคอคอด (h_a) และเส้นผ่าศูนย์กลางของท่ออากาศ (d_a) บวรพรรณ (2529) แนะนำให้ตำแหน่งทางเข้าของหัวฉีด อยู่เหนือคอคอดประมาณ 10 cm ความเร็วของอากาศที่เข้าสู่โซนเผาไหม้ที่เหมาะสมคือ 32 m/s

FAO (1986) เสนอว่าที่ ขนาดคอคอด 12 cm ให้ใช้จำนวนหัวฉีดเท่ากับ 5 และขนาดหัวฉีด 12.7 mm ดังนั้นในการออกแบบหัวฉีดจะอยู่เหนือคอคอด 10 cm และมีขนาด 12.7 mm จำนวน 5 ท่อรอบเตา

4.2.2 ระบบทำความสะอาดก๊าซ

4.2.2.1 ไซโคลน

ในการคำนวณเพื่อหาขนาดของไซโคลนจะเริ่มด้วยอัตราการไหลของก๊าซที่เข้าสู่ไซโคลน และเมื่อกำหนดให้ไซโคลนเป็นชนิด high efficiency (long cone) cyclone จากรูปที่ 4.4 ซึ่งเป็นมิติของไซโคลนชนิดนี้ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของทางเข้าไซโคลนเป็น 0.5Dx0.2D หรือเท่ากับ $0.1D^2$ ทำให้สามารถหาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของไซโคลนได้ เมื่อเรากำหนดความเร็วลมร้อนที่ทางเข้าของไซโคลน ให้มีค่าอยู่ระหว่าง 15 –27 m/s (บัญญัติ นิยมวาส, 2544)



รูปที่ 4.4 มิติของไซโคลนแบบ high efficiency (long cone) cyclone

สามารถหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรของลมร้อนที่ทางเข้าไซโคลนได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = \frac{M_{gt}}{\rho}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของลมร้อน, m^3/s

M_{gt}=อัตราการไหลเชิงมวลของก๊าซร้อน, 20.45 kg/h

ρ = ความหนาแน่นของก๊าซร้อนที่ 400 ^{o}C =0.5246 kg/m^3

แทนค่าในสมการ

$$Q = \frac{20.45}{3{,}600 \times 0.5246}$$

$$= 10.83 \times 10^{-3}\ m^3/s$$

อัตราการไหลเชิงปริมาตรของก๊าซร้อนที่ทางเข้าไซโคลนมีค่าเท่ากับ 10.83×10^{-3} m^3/s และในการออกแบบไซโคลนจะกำหนดให้ความเร็วลมที่ทางเข้าไซโคลนมีค่าเท่ากับ 15 m/s ทำให้คำนวณขนาด D ได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = vA$$

เมื่อ Q= อัตราการไหลเชิงปริมาตรของลมร้อนที่ทางเข้าไซโคลน, 10.83×10^{-3} m^3/s

v= ความเร็วลมร้อนที่ทางเข้าของไซโคลน, 15 m/s

A= พื้นที่หน้าตัดทางเข้าของไซโคลน, $0.10D^2$ m^2

จากการแก้สมการสามารถหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไซโคลนได้เท่ากับ 8.5 cm ขนาดส่วนต่าง ๆ ของไซโคลนจากการแทนค่า D ในมิติของไซโคลน ได้ดังรูปที่ 4.4

4.2.2.2 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

การคำนวณออกแบบใช้หลัก pinch design ในการออกแบบโดยมีการแลกเปลี่ยนความร้อน 3 ส่วนด้วยกันคือ HE1 เป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่าง อากาศ - ก๊าซชีวมวล, HE2 เป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่าง ก๊าซชีวมวล – ก๊าซไอเสีย, HE3 แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่าง อากาศ – ก๊าซชีวมวล และในถังพักเชื้อเพลิงได้นำเอาความร้อนจากก๊าซไอเสียไปช่วยในการอุ่นเศษถ่านเพื่อไล่ความชื้อ โดยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้เป็นแบบท่อศูนย์กลางร่วมมีขนาดดังนี้ HE1 มีขนาดท่อด้านใน 1½ in. ท่อด้านนอกมีขนาด 2 ½ in. , HE2 มีขนาดท่อด้านใน 2½ in. ท่อด้านนอกมีขนาด 3 ½ in. , HE3 มีขนาดท่อด้านใน 1½ in. ท่อด้านนอกมีขนาด 2½ in. โดยความยาวของท่ออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแต่ละตัวมีความยาว 6 m รายละเอียดการคำนวณแสดงดังภาคผนวก ง.

4.2.2.3 ถังกรอง(ผ้า)

ถังกรองที่ใช้จะเป็นแบบตัวกรองผ้า (fabric filter) ตามปกติแล้ว ตัวกรองจะอยู่ในตำแหน่งต่อจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

กำหนดให้

1). อัตราการไหลของอากาศผ่านสิ่งทอปกติเท่ากับ 10-150 cfm / ft^2, 0.05–0.76 $m^3/s/ m^2$

2). ความเร็วลมในการเข้าถังกรอง U=0.06 m/s ค่าเฉลี่ย (Claus Hindsgaual, 2000)

3). อัตราการไหลของก๊าซเท่ากับ 17.23 Nm^3/hr หรือ 0.00568 kg/s

4). ความหนาแน่นของอากาศที่ 90°C เท่ากับ 0.9126 kg/m^3

จากข้อมูลเบื้องต้นทั้งหมดที่กล่าวมานำมาใช้ในการคำนวณหาขนาดของถังกรองได้ดังนี้

จะได้อัตราการไหลของก๊าซ

$= 0.00568 / 0.9126$

$= 6.22 \times 10^{-3}$ m^3/s

หาพื้นที่ผิวของผ้าที่ต้องใช้

$$= \frac{6.22 \times 10^{-3}}{0.06} = 0.10 \text{ m}^2$$

ให้พื้นที่ผิวเผื่อไว้ 3 เท่า $= 0.10 \times 3 = 0.30 \text{ m}^2$ ดังนั้นพื้นที่ผิวของผ้าที่ต้องใช้เท่ากับ 0.3 m^2

ก. หาขนาดผ้า

กำหนดให้ม้วนผ้าเป็นทรงกระบอก มีความสูง 45 cm

ดังนั้นจะได้ขนาดผ้า

$\pi Dh = 0.3 \text{ m}^2$

$$D = \frac{0.3}{0.45 \times \pi}$$

$D = 0.21$ m

ดังนั้นขนาดผ้า เส้นผ่าศูนย์กลาง 21 cm สูง 45 cm

ข. หาพื้นที่หน้าตัดของถังกรอง

$Q = UA$ เลือกใช้ค่า U=0.06 m/s

$$A = \frac{6.22 \times 10^{-3}}{0.06}$$

$= 0.104 \text{ m}^2$

พื้นที่ของถังกรองเท่ากับ 0.10 m^2

ค. หาขนาดของถังกรอง

กำหนดให้ถังกรองเป็นทรงกระบอก ให้ความสูงถัง 70 cm จะได้ปริมาตรถัง

$V = Ah$

$V = 0.10 \times 0.7 = 0.07 \text{ m}^3$

$D = 36$ cm

ดังนั้นขนาดถังกรอง เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 cm สูง 70 cm

4.2.3 ระบบป้อนเชื้อเพลิงและนำเถ้าออก

4.2.3.1 ระบบป้อนเชื้อเพลิง

ถังป้อนเชื้อเพลิงจะอยู่ส่วนบนของเตาเผา ซึ่งมีหน้าที่สำหรับเป็นถังพักเชื้อเพลิงและระบายความชื้นของเศษถ่านโดยรับความร้อนจากไอเสียของเครื่องยนต์นำมาใช้ในการระบายความชื้น การถ่ายเชื้อเพลิงจากถังป้อนไปสู่ตัวเตาจะใช้วาล์วผีเสื้อขนาด 8 in และความลาดเอียงต้องมีความเหมาะสม เนื่องจากเชื้อเพลิงเศษถ่านขณะไหลลงจะเกิดการกองตัวทำให้ติดขัดได้

4.2.3.2 ระบบนำเถ้าออก

ระบบนำเถ้าออกมีส่วนที่สำคัญคือต้องมีตะแกรงซึ่งสามารถหมุนได้หรือทำให้เกิดการสั่นตัวเพื่อให้เศษเถ้าสามารถไหลลงสู่ด้านล่างได้ โดยวัสดุที่นำมาใช้สำหรับทำบูชสำหรับหมุนแกนตะแกรงจะใช้เซรามิกเป็นตัวแหวนรองเนื่องจากเซรามิกขยายตัวได้น้อย ทำให้เมื่ออุณหภูมิในเตาสูงขึ้นจึงยังสามารถหมุนตะแกรงได้ ซึ่งถ้าใช้เหล็กหรือทองเหลืองเมื่ออุณหภูมิภายในเตาสูงขึ้นจะไม่สามารถหมุนตะแกรงได้ เมื่อเถ้าสามารถไหลสู่ด้านล่างได้ระหว่างเตาส่วนล่างกับถังเก็บเถ้าจะมีวาล์วกั้นอยู่ ในการนำเถ้าออกก็จะปิดวาล์วก่อนเพื่อกันไม่ให้ก๊าซหรืออากาศไหลเข้าสู่ตัวเตาแล้วจึงถอดนำถังเก็บเถ้าออกไปได้

4.3 สรุป

ส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้ออกแบบและคำนวณประกอบด้วยเตาผลิตก๊าซ ไซโคลน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ถังกรองก๊าซ ถังป้อนเชื้อเพลิงและนำเถ้าออก ซึ่งได้แสดงรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก จ.

เตาผลิตก๊าซเป็นชนิดแบบไหลลงส่วนล่างสร้างให้มีลักษณะคอคอด (throat) โดยมีมุมเอียง (slope) 60 องศาเพื่อให้เศษถ่านจากส่วนบนสามารถไหลลงสู่บริเวณการเผาไหม้ได้โดยง่าย ส่วนที่แคบที่สุดมีความกว้าง 14 cm ตำแหน่งของหัวฉีดสำหรับให้อากาศในการเผาไหม้จะอยู่เหนือคอคอดขึ้นไป 10 cm โดยมีจำนวนหัวฉีดทั้งหมด 5 ท่อ ด้วยกันและมีขนาดประมาณ 12.7 mm บริเวณโซนเผาไหม้ใช้ปูนทนไฟทำเป็นผนังเพื่อให้สามารถทนต่ออุณหภูมิที่สูง(ประมาณ 1,000°C) ท่ออากาศเข้าเตามีขนาด 1½ in. ท่อนำก๊าซออกมีขนาด 2 in.

ไซโคลนกำหนดให้ความเร็วลมที่ทางเข้าไซโคลนมีค่าเท่ากับ 15 m/s มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไซโคลน 8.5 cm

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเป็นแบบท่อศูนย์กลางร่วม มี 3 ส่วนด้วยกันคือ 1) แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่าง อากาศ – ก๊าซชีวมวล มีขนาดท่อด้านใน 1½ in.ท่อด้านนอก 2 ½ in. ยาว 6 m

2) แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่าง ก๊าซชีวมวล – ก๊าซไอเสีย มีขนาดท่อด้านใน 2 ½ in. ท่อด้านนอก 3 ½ in. ยาว 6 m 3) แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่าง อากาศ – ก๊าซชีวมวล มีขนาดท่อด้านใน 1 ½ in. ท่อด้านนอก 2 ½ in. ยาว 6 m

ถังกรองก๊าซมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 cm สูง 70 cm ขนาดของผ้าที่ใช้ เส้นผ่านศูนย์กลาง 21 cm สูง 45 cm มีพื้นที่ผิว 0.3 m^2

ระบบป้อนเชื้อเพลิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 cm สูง 60 cm มี ฝาเปิดปิดอยู่ด้านบนขนาด 40 cm ลักษณะถังเป็นถัง 2 ชั้นซ้อนกันโดยเชื้อเพลิงจะอยู่ด้านใน และมีท่อขนาด 2 ½ in. จำนวน 1 ท่อ สำหรับเป็นท่อนำความร้อนจากไอเสียเครื่องยนต์ เข้ามาถ่ายเทความร้อนให้แก่เศษถ่านโดยตรง โดยก๊าซไอเสียจะไหลผ่านสู่ผนังชั้นนอกแล้วไหลออกโดยท่อขนาด 1½ in. จำนวน 2 ท่อ ส่วนด้านล่างของตัวถังกรวยจะเป็นวาล์วขนาด 8 in. ซึ่งจะต่ออยู่กับตัวเตา

ระบบนำเถ้าออก จะมีวาล์วขนาด 4 in. กั้นระหว่างเตาส่วนล่างกับถังเก็บเถ้า โดยมีตะแกรงซึ่งหมุนได้เป็นตัวทำให้เศษเถ้าหล่นลงมาซึ่งตะแกรงเตามีขนาด 28 cm มีเพลาขนาด 16 mm และซี่ตะแกรงใช้เหล็กเส้นขนาด 6 mm นำมาวางมีระยะห่าง 8 mm ตัวแหวนรองบูชใช้เซรามิก